动 物 学 研 究 2004, Jun. 25 (3): 214-220 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

惊飞距离——杭州常见鸟类对人为侵扰的适应性

王彦平[1,3]，陈水华[2]，丁 平[1,*]
(1. 浙江大学 生命科学学院，浙江 杭州 310028；2. 浙江自然博物馆，浙江 杭州 310012；
3. 中国科学院动物研究所，北京 100080)

摘要：惊飞距离是指人在鸟类惊飞之前能接近鸟类的距离，反映了鸟类对人为侵扰的适应程度。2002年9月至2003年1月，在杭州6个区的调查中共见到42种鸟类，以其中的9种优势种兼广布种为研究对象分析了鸟类沿侵扰梯度惊飞距离的变化及影响惊飞距离的主要因子。根据植被类型、建筑比例、干扰因素等差异，将栖息地分为5类：建筑区，城市园林，西部山区，水荡，农田。选取体重、活动高度、观测点可视度、引人注目程度、迁徙状态作为探讨惊飞距离的5个变量。研究结果表明：①不同栖息地的人为侵扰程度有极显著差异：建筑区的人为侵扰程度与城市园林有显著差异，西部山区、农田和水荡之间无显著差异。②在不同栖息地中，惊飞距离具有显著差异；随着人为侵扰程度的提高，同种鸟类在不同栖息地中的惊飞距离呈减小趋势。③鸟类对人为侵扰的惊飞距离与选取变量间的关系显著：体形大小、观测点可视度与惊飞距离呈显著正相关，活动高度与惊飞距离呈显著负相关，而引人注目性与惊飞距离不相关。说明多数鸟类对人为侵扰已有了一定的适应性；体形较大、在植被稀疏的栖息地中以及靠近地面活动的鸟类惊飞距离较大，对人为侵扰的适应性较差。

关键词：鸟类；惊飞距离；人为侵扰；适应性；影响因子
中图分类号：Q959.7；Q958 **文献标识码**：A **文章编号**：0254-5853(2004)03-0214-07

Flush Distance: Bird Tolerance to Human Intrusion in Hangzhou

WANG Yan-ping[1,3], CHEN Shui-hua[2], DING Ping[1,*]
(1. *College of Life Science, Zhejiang University, Hangzhou* 310028, *China*;
2. *Zhejiang Museum of Natural History, Hangzhou* 310012, *China*;
3. *Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100080, *China*)

Abstract: Flush distance, how close one can get to a bird before it flushes, reflects the adaptation of birds to human intrusion. A larger flush distance indicates a lower adaptation to human intrusion. To examine the patterns of the adaptation of birds to human intrusion and its influencing factors, 9 dominant and widely-distributed species were selected among 42 species surveyed in Hangzhou, China from September 2002 to January 2003. Based on the differences in vegetation type, building index and disturbance degree, habitats were divided into 5 categories: building areas, urban woodlots, western mountains, ponds and farmlands. Four variables reflecting biological traits of birds (body size, activity height, migratory status, conspicuousness) and one habitat variable (visibility of observation point) were selected to examine their influence on flush distance. We found that: ①The degrees of human intrusions in 5 habitats were significantly different. ②There were significant differences in the flush distance of 9 species among different habitats. Generally, the flush distance was negatively associated with human intrusion. ③The analysis of bivariate correlation showed that flush distance was positively associated with body size and the visibility of observation point, but it was negatively associated with activity height. However, there was no significant association between the flush distance and the conspicuousness of birds. Our results indicated that most species had adapted to human intrusions to some extent, and that the birds with larger body, or those occurred in the habitats with higher visibility or closer to the ground had relatively lower adaptation to human intrusions.

Key words: Bird; Flush distance; Human intrusion; Adaptation; Influencing factor

收稿日期：2003-08-11；接受日期 2003-12-29
基金项目：国家自然科学基金资助项目 (30070131)
* 通讯作者 (Corresponding author), E-mail: dingpzu@mail.hz.zj.cn, Tel: (0571) 87982601

人为侵扰是人们在栖息地中不危及生存的观光、游玩等活动对动物的一种干扰形式（Gutzwiller et al，1998）。随着人类活动范围扩大，人为侵扰已经成为许多景观栖息地中的一种主要的干扰类型（Riffell et al，1996），对鸟类的影响已引起人们的极大关注（Riffell et al，1996；Gutzwiller et al，1994，1998）。然而，有关鸟类对人为侵扰的适应性及其影响因子所知甚少。

惊飞距离是指人在鸟类惊飞之前能接近鸟类的距离，反映了鸟类对人为侵扰的适应程度。鸟类对人为侵扰的惊飞距离因种而异并与生境等有关。对于正在接近的人类，鸟类的容忍度：迁徙鸟类低于留鸟（Burger & Gochfeld，1991）；体形较大的低于体形较小的（Cooke，1980；Humphrey et al，1987；Knight & Cole，1995）；一些引人注目的低于不太引人注目的（Baker & Parker，1979；Götmark & Unger，1994）；地面或灌丛活动的低于在高层活动的（Burger & Gochfeld，1991；Holmes et al，1993）。对一些种类来说，位于观察者与鸟类之间的植被能够增加鸟类的容忍度（Knight & Cole，1995）。

为深入了解鸟类对人为侵扰的反应，更加全面正确的理解鸟类和人及城市环境的关系，防止或减少人为侵扰对鸟类的影响。本研究通过对不同侵扰梯度栖息地中鸟类惊飞距离的调查分析，确定鸟类沿侵扰梯度惊飞距离的变化规律和影响鸟类惊飞距离的主要因子。

1 方 法

1.1 研究地概况及样方选取

研究区域位于原杭州城（不包括余杭、萧山等新城区）的6个区。根据植被类型、建筑比例、干扰因素等差异，将研究区域分为：①建筑区；②城市园林；③西部山区；④水荡；⑤农田。5种类型的概况如下：

建筑区是城区的主体结构，主要包括居民区、商业区、工业区等。中心建筑区的中心以商住为主，东部以住宅为主，南部为老的住宅和部分工矿用地，西部以风景旅游和住宅为主，北部主要为工业用地。建筑区内的主要植被为人工种植的外来树种和人造绿地，植被的盖度和自然度较差。

城市园林包括旅游公园、居民区公园、斑块状小山、市区绿化林等，是居民的主要休闲娱乐场所，更是城市鸟类的重要栖息地带。园林往往呈斑块状分布（Chen et al，2002）。此外还具有以下不同于自然林地的特征：①植被多为人工种植，不同时期的园林在树木盖度、高度、树种多样性、树高多样性等方面差异较大；②植被在垂直结构上多数缺乏灌木层和草本层；③园林中大多有水域、裸地、草地、建筑、矮林区和高林区（Yang，1995），具有较大的微景观异质性；④游人干扰比较频繁；⑤大多位于城区，被城市建筑包围（Sisk et al，1997）。

西部山区属于低山丘陵，分布面积最广的植被是次生性常绿落叶阔叶混交林。具有亚热带向暖温带交替过渡区的植被特点。主要种类为山毛榉科、樟科、山茶科、杜英科的一些常绿乔木（如苦槠 *Castanopsis sclerophylla*、大叶锥栗 *C. tibetana*、米槠 *C. carlesii*、青冈栎 *Cyclobalanopsis glavca*、石栎 *Lithocarpus glaber*、香樟 *Cinnamomum camphora*、紫楠 *Phoebe sheareri* 等）和金缕梅科、山毛榉科、胡桃科、榆科、樟科的一些落叶乔木（如枫香 *Liquidambar foroomosana*、枫杨 *Pterocarya stenoptera*、化香 *Platycarya strobilacea*、麻栎 *Quercus acutissma*、白栎 *Q. fabri*、沙朴 *Celtis tetrandra* Roxb、榉 *Zelkova schneideriana*、榔榆 *Ulmus parvifolia*、檫树 *Sassafras tzumu* 等）。二者共同组成常绿落叶阔叶混交林的乔木层。乔木层中主要的优势种不甚显著，系“杂木林”。但在一些石灰岩地区，落叶阔叶树为优势层；常绿阔叶树则处于亚层。而另一些地方只有灌木层，形成了含有常绿成分的落叶阔叶林（Cai & He，1980；Wang，1983）。

水荡养殖区由大小不等的水塘组成，水塘相连成为广阔的一片。水塘内主要养殖鱼类，塘岸种植有柿树为主的落叶乔木，以及高约3 m的竹林。区内有少量村落，数条河道交织成网，河道两旁芦苇丛生，植被盖度较好。以一河道为交接处的相邻城区为填平后新近开发的商业区，其内尚留有部分水荡斑块。

农田区位于城市的西北、北部和东北。以水稻为主，田间有少量落叶阔叶树，以及高约3 m的竹林。落叶阔叶树的盖度一般，农田中竹林的盖度较好。因其间多穿插公路，农田呈斑块状。

按照样方应尽可能多、具代表性，随机取样等

原则（Rottenborn，1999；Chen，2000a；Sun，2001），并结合植被类型、建筑比例、干扰因素等栖息地变量的特征，参照 Reynolds et al（1980）的可变大小样方法，在各类栖息地中分别选取大小和形状不同的 10 个样方。建筑区、城市园林、水荡养殖区和农田区选 100 m × 100 m 的正方形样方；西部山区由于受地形和植被的限制，选 50 m × 400 m 的长方形样方。

1.2 变量选取

鸟类的惊飞距离因种而异并与生境等多种因素有关，故选取能分别反映这些因素的 5 个变量，其测量和说明见表 1。

为衡量不同栖息地中人为侵扰程度的差异，参照 Chen et al（2000a）的方法，将人为侵扰分为 5 个等级：1、2、3、4、5 分别表示样方不易进入，样方内无人；有 1 ~ 2 人/hm^2；有 3 ~ 5 人/hm^2；有 6 ~ 10 人/hm^2；有 10 人以上/hm^2。

1.3 研究鸟类的确定

参照 Chen et al（2000a，2002）根据鸟类在总样方中的出现频次和生境分布型划分其分布的标准，结合具体情况，将调查中见到的全部鸟类（附录 1）做如下划分：①按鸟类在总样方中的出现频次，将其划分为优势种（≥30），常见种（10 ~ 30），稀有种（3 ~ 10）和偶见种（1 ~ 2）；②按鸟类的栖息地分布，将其划分为广布种（≥3 类栖息地），狭布种（1 ~ 2 类栖息地）。综合出现频次和栖息地分布特征（附录 1），以其中 9 种优势种兼广布种（麻雀 *Passer montanus*、白鹡鸰 *Motacilla alba*、乌鸫 *Turdus merula*、珠颈斑鸠 *Streptopelia chinensis*、白头鹎 *Pycnonotus sinensis*、大山雀 *Parus major*、棕头鸦雀 *Paradoxornis webbianus*、红肋蓝尾鸲 *Tarsiger cyanurus*、北红尾鸲 *Phoenicurus auroreus*）为研究对象。

1.4 惊飞距离调查

在正式调查前，先做距离估测训练，并用米尺检验，直到 20 m 距离的估测误差减小到 2.0 m 内为止。在不同栖息地中调查时，尽量以相同速度接近鸟类。调查中只对明确知道最初停栖位置、由于观察者接近才飞走的鸟类做记录。参照 Gutzwiller et al（1998）的方法，将惊飞距离定义为：惊飞鸟类起飞点与观察者当时立足点之间的地面距离。如果起飞点在树上或建筑物上，以其地面垂直投影点计算。

调查在 2002 年 9 月至 2003 年 1 月之间晴朗、少雾、无大风的日子，一般在早上 6：00—10：00 进行。调查时记录所见到的鸟类种类及其惊飞距离，以及所选的变量。在整个调查期间，共对以上样方调查 3 次，累计 150 个样方。

1.5 数据分析

人为侵扰程度和鸟类的惊飞距离采用单因子方差分析（one-way ANOVA），以确定二者在不同栖息地中差异是否显著；在此基础上进一步对其进行多重比较（post hoc multiple comparisons）。以此确定不同栖息地的人为侵扰程度和鸟类惊飞距离沿侵扰梯度的变化规律。

采用相关分析（bivariate correlate）评估鸟类的惊飞距离与所选的 5 个变量是否有关（Lu，2000）。以上分析均用 SPSS for Windows 10.0 统计分析软件完成。

由于迁徙鸟类只有2种，为避免可能出现的较

表 1 可能影响鸟类惊飞距离的变量及其说明

Table 1 Potential variables influencing flush distance and their descriptions

变量 Variable	说明 Description
迁徙状态 Migratory status	分迁徙鸟类和留鸟 2 类。参照 Peterson（1990）的定义，迁徙鸟类是指迁徙距离大于 300 km，非全年都能见到的鸟类；否则被定义为留鸟。
体重 Body mass	体重被用作表示体形大小的指数，数据来自 Zhuge et al（1990）。
引人注目性 Conspicuousness	参照 Baker & Parker（1979）的方法，将鸟类分为 5 个等级：1 表示色彩暗淡，身体各部位颜色对比度差；5 表示色彩艳丽，身体各部位颜色对比度强。
活动高度 Activity height	估测值，单位：m。指在调查时所见到的鸟类活动高度。
观测点可视度 Visibility at observation point	是一个表示观察者与鸟类之间植被密度及其变异程度的变量，参照 Gutzwiller et al（1998）的方法，将其分为 5 个等级：1 表示观察者与鸟类之间的植被浓密，鸟类的可视性很低；5 表示二者的植被稀疏，鸟类的可视性很高。

大误差，在对影响惊飞距离的 5 个变量做相关分析时，剔出了迁徙状态。

2 结果与分析

2.1 5 种栖息地的人为侵扰程度

方差分析表明，不同栖息地间的人为侵扰程度有极显著差异（表 2）。多重比较发现，建筑区的人为侵扰程度与城市园林有显著差异，西部山区、农田和水荡之间无显著差异。因此，共存在 3 种人为侵扰梯度：建筑区—城市园林—西部山区，建筑区—城市园林—农田，建筑区—城市园林—水荡。沿着栖息地走向，人为侵扰程度逐渐减小。

2.2 在 5 种栖息地中 9 种鸟类的惊飞距离

惊飞距离的方差分析表明，在不同栖息地中，9 种鸟类的惊飞距离具有显著差异（$P<0.05$）。随着人为侵扰程度的提高，同种鸟类在不同栖息地中的惊飞距离呈减小趋势（表 3）。但是，麻雀在水荡中的惊飞距离要小于公园。

2.3 鸟类惊飞距离的主要相关因子

9 种鸟类的生物学特征测量结果见表 4。

相关分析表明，鸟类对人为侵扰的惊飞距离与选取变量间的关系显著（表 5），但不同变量与惊飞距离的相关程度不同。体形大小、观测点可视度与惊飞距离呈现显著正相关，活动高度与惊飞距离呈显著负相关，而引人注目性与惊飞距离不相关。

3 讨　论

3.1 鸟类对人为侵扰的适应性

对人为侵扰的惊飞距离是反映鸟类对人的容忍度和适应性的一个指标（Humphrey et al，1987；Erwin，1989；Burger & Gochfeld，1991），惊飞距离越小表明对人的适应性越强。凤头鸊鷉（*Podiceps cristatus*）的惊飞距离随着游人侵扰程度的增大而显著减小，对人为侵扰表现出一定的适应性（Keller，1989）。本研究也表明，9 种鸟类对人为侵扰的惊飞距离在整体上随着侵扰程度的提高而减小，说明对

表 2　5 种栖息地中的人为侵扰程度（Mean ± *SD*）

Table 2　Degrees of the human intrusions in five habitats

	建筑区 Building areas	城市园林 Urban woodlots	西部山区 Western mountains	农田 Farmlands	水荡 Ponds	P
人为侵扰程度 Human intrusion	4.90 ± 0.32^a	4.40 ± 0.52^b	1.21 ± 0.32^c	1.20 ± 0.42^c	1.10 ± 0.32^c	<0.001

$n=150$，不同上标字母表示差异显著（$P<0.05$）。

Values followed by different superscripts are significantly different（$P<0.05$）.

表 3　9 种鸟类在 5 种栖息地中的惊飞距离[1]

Table 3　Mean flush distance of 9 birds in five habitats

种类 Species	不同栖息地中的惊飞距离（m） Mean flush distance among different habitats（m）					P
	建筑区 Building areas	公园 Urban woodlots	西部山区 Western mountanis	农田 Farmlands	水荡 Pond areas	
麻雀 *Passer montanus*	3.3 ± 1.1^a	5.4 ± 1.8^b	—	7.5 ± 1.7^c	4.8 ± 0.5^b	<0.001
白鹡鸰 *Motacilla alba*	4.9 ± 2.0^a	9.2 ± 1.7^b	—	13.2 ± 3.0^c	11.0 ± 2.4^c	<0.001
乌鸫 *Turdus merula*	—	10.6 ± 2.5^a	—	16.6 ± 3.9^b	12.3 ± 2.4^a	<0.001
珠颈斑鸠 *Streptopelia chinensis*	—	9.5 ± 3.8^a	—	13.9 ± 2.3^b	12.3 ± 2.5^b	0.007
白头鹎 *Pycnonotus sinensis*	—	6.2 ± 2.2^a	7.4 ± 1.5^a	9.6 ± 2.4^b	8.0 ± 2.5^a	<0.001
大山雀 *Parus major*	—	5.5 ± 1.8^a	7.8 ± 2.1^b	7.2 ± 2.1^b	7.7 ± 1.5^b	<0.001
棕头鸦雀 *Paradoxornis webbianus*	—	3.9 ± 1.3^a	5.4 ± 1.8^b	5.5 ± 1.6^b	5.8 ± 1.5^b	0.022
红胁蓝尾鸲 *Tarsiger cyanurus*	—	4.3 ± 1.1^a	5.2 ± 2.4^b	5.8 ± 1.3^b	6.6 ± 1.1^c	0.001
北红尾鸲 *Phoenicurus auroreus*	—	5.9 ± 1.2^a	7.0 ± 1.0^a	8.5 ± 1.1^b	6.0 ± 1.7^a	0.003

[1] 各种鸟类惊飞距离的样本大小为其在各类栖息地中的出现频次，详见附录 1。不同上标字母表示该种鸟类在不同栖息地中的惊飞距离差异显著（$P<0.05$）。

[1] The sample sizes of activity heights of the birds are their occurrence frequencies in each habitat, refer to Appendix 1. Values followed by different superscripts are significantly different（$P<0.05$）.

—：无分布（No distribution）。

表 4 9 种鸟类的生物学特征
Table 4 Biological traits of 9 bird species studied in Hangzhou

种类 Species	体重[1] Body mass (g)	活动高度 Activity height (m)	引人注目性 Conspicuousness	迁徙状态 Migratory status
麻雀 *Passer montanus*	21.4±0.6 (*n*=20)	1.1±0.5 (*n*=87)	1	留鸟
白鹡鸰 *Motacilla alba*	19.9±2.0 (*n*=10)	0.8±0.5 (*n*=52)	3	留鸟
乌鸫 *Turdus merula*	113.1±12.8 (*n*=7)	4.4±4.1 (*n*=49)	5	留鸟
珠颈斑鸠 *Streptopelia chinensis*	168.9±26.9 (*n*=4)	3.5±2.5 (*n*=32)	4	留鸟
白头鹎 *Pycnonotus sinensis*	37.5±2.3 (*n*=8)	3.7±1.1 (*n*=56)	4	留鸟
大山雀 *Parus major*	13.6±1.7 (*n*=20)	3.4±2.3 (*n*=71)	3	留鸟
棕头鸦雀 *Paradoxornis webbianus*	10.1±1.2 (*n*=6)	0.8±0.3 (*n*=39)	3	留鸟
红肋蓝尾鸲 *Tarsiger cyanurus*	12.8±2.3 (*n*=8)	1.9±1.3 (*n*=42)	2	冬候鸟
北红尾鸲 *Phoenicurus auroreus*	17.3±1.1 (*n*=8)	1.4±1.0 (*n*=30)	2	冬候鸟

[1] 体重数据来自 Zhuge et al (1990)。
[1] Body mass of the birds are derived from Zhuge et al (1990).

表 5 鸟类惊飞距离与 4 个变量的相关性
Table 5 Correlations between flush distance and 4 potential influencing variables

变量 Variable	惊飞距离 Flush distance
引人注目性 Conspicuousness	-0.098
体重 Body mass (g)	0.546**
活动高度 Activity height (m)	-0.164**
观测点可视度 Visibility at observation point	0.069*

* $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$.

人的适应性也随着侵扰程度的提高而呈增强趋势。

3.2 鸟类惊飞距离的主要相关因子

鸟类对人为侵扰的惊飞距离因种而异并与生境等多种因素有关。本研究也验证：对人为侵扰的容忍度，体形较大的低于体形较小的（Cooke，1980；Humphrey et al，1987；Knight & Cole，1995）；地面或灌丛活动的低于在高层活动的（Burger & Gochfeld，1991；Holmes et al，1993；Gutzwiller et al，1998）。本研究中部分鸟类的研究结果证实：对一些种类来说，位于观察者与鸟类之间的植被能够增加鸟类的容忍度（Knight & Cole，1995）。比如，麻雀在水荡中的惊飞距离要小于公园。虽然乌鸫、白头鹎、北红尾鸲等在农田中的惊飞距离明显大于公园，但这几种鸟类在西部山区和水荡中的惊飞距离与公园并没有显著差异。但是，本研究结果中鸟类的引人注目性与惊飞距离并不相关，与一些引人注目的低于不太引人注目的（Baker & Parker，1979；Götmark & Unger，1994；Gutzwiller et al，1998）的结论不一致。可能与本研究中 9 种优势种兼广布种鸟类的引人注目性在整体上低于这些研究中的鸟类有关。

现有研究表明，鸟类对人为侵扰的容忍度不仅具有物种特异性（Erwin，1989；Burger & Gochfeld，1991；Knight & Temple，1995），还依赖于研究者具体的研究内容（Wilson et al，1991；Knight & Cole，1995；Hill et al，1997）。尽管如此，还是应该进一步探索适应于更大范围和更多物种的鸟类与人为侵扰的关系，因为这些原理的掌握，对于某些极易受人为侵扰影响的鸟类有重大价值（Gutzwiller et al，1998）。且在保护生物学领域，我们所面临的许多问题都是由人为因素引起的（Chen et al，2000b）。因此，研究鸟类对人为侵扰容忍度的影响因子不仅有助于防止或减少人为侵扰对鸟类的影响，还可为极易受干扰的物种保护提供理论依据，对于维持和提高城市鸟类多样性也有重要意义。

致谢：感谢审稿人为本稿件所提出的中肯意见和建议。

参考文献：

Baker RR, Parker GA. 1979. The evolution of bird coloration [J]. *Phil. Trans. Roy. Soc. London B.*, **287**: 63-130.

Burger J, Gochfeld M. 1991. Human distance and birds: Tolerance and response distances of resident and migrant species in India [J]. *Environ. Conserv.*, **18**: 158-165.

Cai RH, He SJ. 1980. The vegetation types on the mountains around the West Lake of Hangzhou [J]. *Journal of Hangzhou University*, **4**: 100-109. [蔡壬侯，何绍箕. 1980. 杭州西湖山区的植被类型及其分布. 杭州大学学报, **4**: 100-109.]

Chen SH, Ding P, Zheng GM, Zhuge Y. 2000a. Impacts of urbanization on the wetland waterbird communities in Hangzhou [J]. *Zool. Res.*, **21** (4): 279-285. [陈水华，丁　平，郑光美，诸葛阳. 2000. 城市化对杭州市湿地水鸟群落的影响研究. 动物学研究, **21** (4): 279-285.]

Chen SH, Ding P, Zheng GM, Zhuge Y. 2000b. Research perspective on ecology of urban avian community [J]. *Zool. Res.*, **21** (2): 165-169. [陈水华，丁　平，郑光美，诸葛阳. 2000. 城市鸟类群落生态学研究展望. 动物学研究, **21** (2): 165-169.]

Chen SH, Ding P, Fan ZY, Zhuge Y. 2002. Selectivity of birds to urban woodlots [J]. *Zool. Res.*, **23** (1): 31-38. [陈水华，丁　平，范忠勇，诸葛阳. 2002. 城市鸟类对斑块状园林栖息地的选择性. 动物学研究, **23** (1): 31-38.]

Cooke AS. 1980. Observations on how close certain passerine species will tolerance an approaching human in rural and suburban areas [J]. *Biol. Conserv.*, **18**: 85-88.

Erwin RM. 1989. Responses to human intruders by birds nesting in colonies: Experimental results and management guidelines [J]. *Colonial Waterbirds*, **12**: 104-108.

Götmark F, Unger U. 1994. Are conspicuous birds unprofitable prey? Field experiences with hawks and stuffed prey species [J]. *Auk*, **111**: 251-262.

Gutzwiller KJ, Wiedenmann RT, Clements KL, Anderson SH. 1994. Effects of human intrusion on song occurrence and singing consistency in subalpine birds [J]. *Auk*, **111**: 28-37.

Gutzwiller KJ, Marcum HA, Harvey HB, Roth JD, Anderson SH. 1998. Bird tolerance to human intrusion in Wyoming Montane forests [J]. *Condor*, **100**: 519-527.

Hill D, Hockin D, Price D, Tucker G, Morris R, Treweek J. 1997. Bird disturbance: Improving the quality and utility of disturbance research [J]. *J. Appl. Ecol.*, **34**: 275-288.

Holmes DW, Knight RL, Stegall L, Craig GR. 1993. Responses of wintering grassland raptors to human disturbance [J]. *Wildl. Soc. Bull.*, **21**: 461-468.

Humphrey PS, Livezey BC, Siegel-Causey D. 1987. Tameness of birds of Falkland Islands: An index and preliminary results [J]. *Bird Behav.*, **7**: 67-72.

Keller V. 1989. Variations in the response of Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* to human disturbance: A sign of adaptation [J]. *Biol. Conserv.*, **34**: 31-45.

Knight RL, Cole DN. 1995. Factors that influence wildlife responses to recreationists [A]. In: Knight RL, Gutzwiller KJ. Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management and Research [M]. Washington: Island Press. 71-79.

Knight RL, Temple SA. 1995. Origin of wildlife responses to recreationists [A]. In: Knight RL, Gutzwiller KJ. Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management and Research [M]. Washington: Island Press. 81-91.

Lu WD. 2000. Statistical Analysis of SPSS for Windows [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry. 186-198. [卢纹岱. 2000. SPSS for Windows 统计分析. 北京：电子工业出版社. 186-198.]

Peterson RT. 1990. A Field Guide to Western Birds [M]. Boston: Houghton Mifflin.

Reynolds RT, Scott JM, Naussbaum RA. 1980. A variable circular-plot methods for estimating bird numbers [J]. *Condor*, **82**: 309-313.

Riffell SK, Gutzwiller KJ, Anderson SH. 1996. Does repeated human intrusion cause cumulative declines in avian richness and abundance [J]. *Ecol. Appl.*, **6** (2): 492-505.

Rottenborn SC. 1999. Predicting the impacts of urbanization on riparian bird communities [J]. *Biol. Conserv.*, **88**: 289-299.

Sisk TDN, Haddad NM, Ehrlich PR. 1997. Bird assemblages in patchy woodlands: Modeling the effects of edge and matrix habitats [J]. *Ecol. Appl.*, **7** (4): 1170-1180.

Sun RY. 2001. Principles of Animal Ecology (the third edition) [M]. Beijing: Beijing Normal University Publishing House. 128. [孙儒泳. 2001. 动物生态学原理（第三版）. 北京：北京师范大学出版社. 128.]

Wang JG. 1983. On the nature of the forest vegetation in the low mountainous regions of Hangzhou [J]. *Journal of Hangzhou University*, **10**: 147-153. [王建国. 1983. 杭州植被的地带性问题. 杭州大学学报, **10**: 147-153.]

Wilson RP, Culik B, Danfeld R, Adelung D. 1991. People in Antarctica: How much do Adélie Penguins *Pygoscelis adeliae* care [J]. *Polar Biol.*, **11**: 363-370.

Yang LL. 1995. Greenbelt Plan of Urban Park [M]. Beijing: Chinese Forestry Publishing House. [杨赉丽. 1995. 城市园林绿地规划. 北京：中国林业出版社.]

Zhuge Y, Gu HQ, Cai CM. 1990. Fauna of Zhejiang: Aves [M]. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Publishing House. [诸葛阳，顾辉清，蔡春抹. 1990. 浙江动物志鸟类分册. 杭州：浙江科技出版社.]

附录 1 杭州市部分鸟类的栖息地分布及其出现频次

Appendix 1 Habitat distributions and occurrence frequencies of some birds in Hangzhou

种类 Species	建筑区 Building area	公园 Urban woodlot	西部山区 Western mountain	农田 Farmland	水荡 Pond	合计 Total frequency
麻雀 *Passer montanus*	43	28	—	12	4	87
白鹡鸰 *Motacilla alba*	15	15	—	13	9	52
乌鸫 *Turdus merula*	—	27	—	11	11	49
珠颈斑鸠 *Streptopelia chinensis*	—	10	—	10	12	32
白头鹎 *Pycnonotus sinensis*	—	14	12	14	16	56
大山雀 *Parus major*	—	26	20	12	13	71
棕头鸦雀 *Paradoxornis webbianus*	—	15	8	8	8	39
红肋蓝尾鸲 *Tarsiger cyanurus*	—	15	6	8	13	42
北红尾鸲 *Phoenicurus auroreus*	—	10	5	6	9	30
喜鹊 *Pica pica*	—	—	—	15	21	36
棕背伯劳 *Lanius schach*	—	—	—	13	6	19
红头长尾山雀 *Aegithalos concinnus*	—	5	9	2	3	19
黄腹山雀 *Parus venustulus*	—	7	2	—	2	11
红嘴蓝鹊 *Urocissa erythrorhyncha*	—	6	1	1	3	11
黑领椋鸟 *Gracupica nigricollis*	—	8	—	5	—	13
鹊鸲 *Copsychus saularis*	6	5	—	—	—	11
斑鸫 *Turdus naumanni*	—	4	2	6	3	15
白腹鸫 *Turdus pallidus*	—	5	2	2	3	12
灰背鸫 *T. hortulorum*	—	1	1	—	—	2
虎斑地鸫 *Zoothera dauma*	—	2	—	—	—	2
黑尾蜡嘴雀 *Eophona migratoria*	—	3	3	—	—	6
树鹨 *Anthus hodgsoni*	—	1	1	1	2	5
白眉鹀 *Emberiza tristrami*	—	3	2	2	2	11
黄喉鹀 *E. elegans*	—	3	1	1	5	10
黄眉鹀 *E. chrysophrys*	—	2	2	—	1	5
灰头鹀 *E. spodocephala*	—	—	—	1	3	4
翠鸟 *Alcedo atthis*	—	—	—	—	6	6
夜鹭 *Nycticorax nycticorax*	—	—	—	—	20	20
池鹭 *Ardeola bacchus*	—	—	—	3	1	4
白鹭 *Egretta garzetta*	—	—	—	—	2	2
白腰草鹬 *Tringa ochropus*	—	—	—	—	3	3
黄眉柳莺 *Phylloscopus inornatus*	—	2	2	1	2	7
白腰文鸟 *Lonchura striata*	—	—	—	4	2	6
燕雀 *Fringilla montifringilla*	—	2	—	3	—	5
八哥 *Acridotheres cristatellus*	—	2	—	1	1	4
暗绿绣眼鸟 *Zosterops japonicus*	—	1	3	—	—	4
画眉 *Garrulax canorus*	—	2	1	—	1	4
灰眶雀鹛 *Alcippe morrisonia*	—	—	3	—	—	3
棕颈钩嘴鹛 *Pomatorhinus ruficollis*	—	—	2	—	—	2
红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*	—	—	1	—	—	1
领雀嘴鹎 *Spizixos semitorques*	—	—	1	—	—	1
绿翅短脚鹎 *Hypsipetes mcclellandii*	—	—	1	—	—	1

—：无分布（No distribution）。